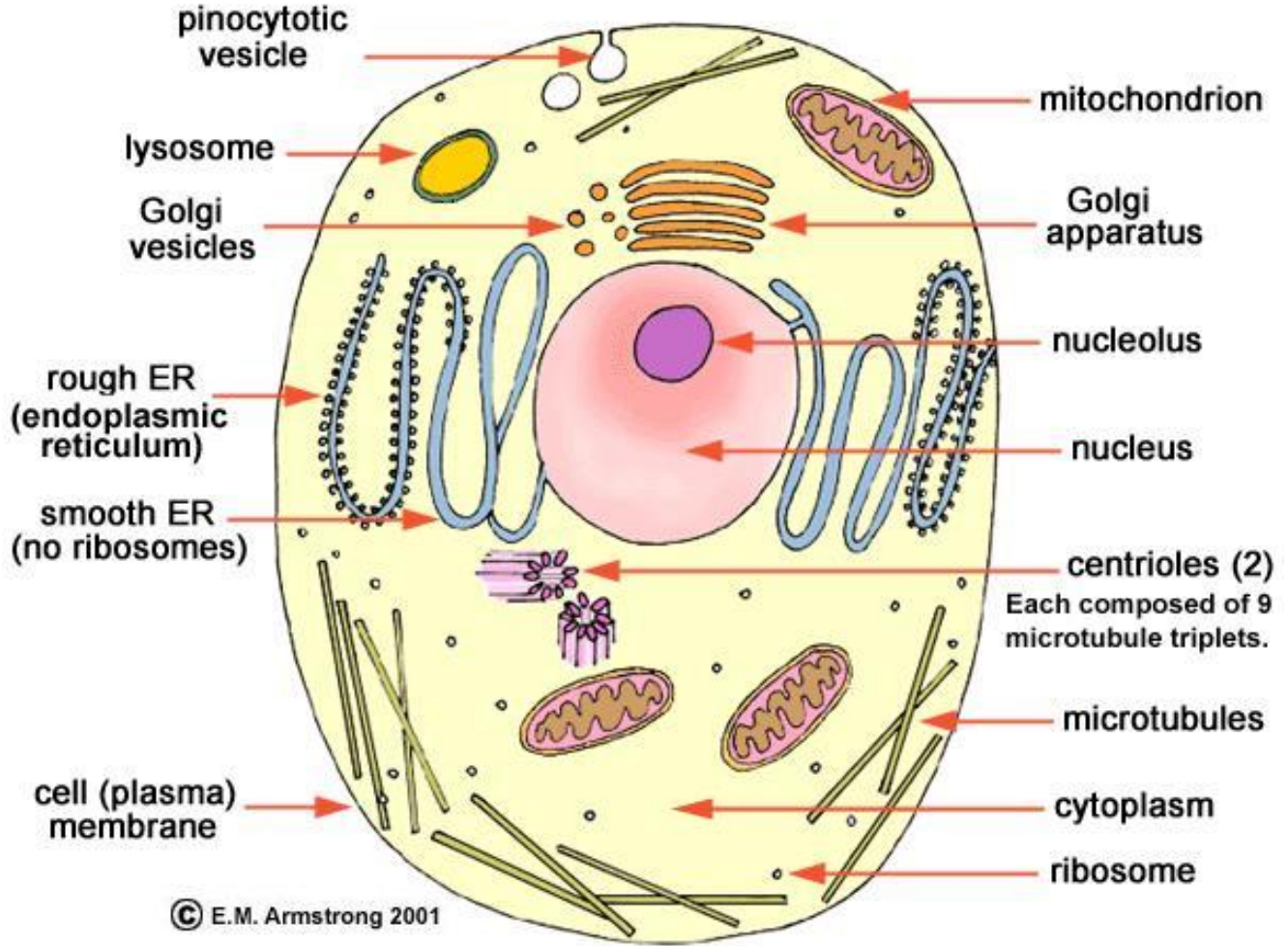


# الخلية



كلنا نعلم أن الخلية هي وحدة التركيب و الوظيفة في الكائنات الحية ، و يرتبط اكتشاف الخلية باكتشاف المجهر أو الميكروسكوب الذي قام باختراعه ليفنهورك عام ١٥٩١ م.

و باستخدام هذا الميكروسكوب لاحظ العالم روبرت هوك ، في أثناء فحصه لقطعة من الفلين عام ١٦٦٥ م أنها تتكون من عديد من الحجرات الصغيرة التي تشبه إلى حد بعيد خلايا النحل ، و لذا استخدم هوك كلمة خلية Cell للإشارة إلى كل هذه الحجرات .

و منذ عهد هوك أخذت طرق دراسة الخلايا تتقدم باضطراد لتعطي المزيد منم المعرفة عن التركيب الخلوي ، ليس فقط كما يبدو في الخلايا غير الحية ، و إنما أيضا كما يبدو في الخلايا الحية.

و من أمثلة هذه الطرق ، خاصة الطرق الحديثة ، طريقة زراعة الأنسجة Tissue Culture التي تطورت تطورا كبيرا حتى أنه أمكن عن طريقها الإبقاء على مجموعة من الخلايا الليفية المنزرعة لأكثر من ثلاثين عاما ، كذلك فإن تصميم جهاز التشريح الميكروسكوبي الدقيق Micromanipulator قد جعل في الإمكان تشريح الخلايا أو أجزاء منها أو حقنها بمواد أو صبغات خاصة و فحصها بالقوى الميكروسكوبية العليا.

و قد ظهرت أجهزة أخرى مثل ميكروسكوب التباين Phase Contrast Microscope و ميكروسكوب الأشعة السينية الانحرافية X-ray Diffraction Microscope ، و ميكروسكوب الأشعة فوق البنفسجية Ultraviolet Fluorescent Microscope ، و جميعها كانت لها فوائد جمة في مجال فحص الخلايا و دراستها.

و لعل أهم اختراع ظهر في مجال دراسات الخلية و أحدث ثورة كبرى في علم الخلية هو المجهر الإلكتروني Electron Microscope ، فقد أمكن بواسطة هذا الجهاز توضيح تراكيب الخلية التي لم تكن معروفة من قبل ، و معرفة تفاصيل أدق للتراكيب المعروفة من قبل.

و يختلف الميكروسكوب الإلكتروني عن الميكروسكوب العادي في أنه لا يحتوي على عدسات كما أنه يستخدم حزمة من الإلكترونات كمصدر للإضاءة ، و ذلك بدلا من أشعة الضوء العادي ، و تخترق الإلكترونات العينة المراد فحصها ، ثم تستقبل على فيلم فوتوغرافي بالغ الحساسية حيث تتكون صورة للعينة ، و عليه فإن فحص العينة لا يتم بواسطة العين كما في الميكروسكوب العادي ، و إنما عن طريق فحص الصور الفوتوغرافية التي يتم تصويرها بواسطته.

و تتراوح قوة تكبيره ما بين ١٠.٠٠٠ إلى ٢٠٠.٠٠٠ ضعف الحجم الأصلي للعينة.

## مكونات الخلية الحيوانية

### " ( البروتوبلازم ) [ Protoplasm "

البروتوبلازم هو المادة الحية التي تتكون منها جميع الكائنات الحية نباتية كانت أم حيوانية ، و يختلف البروتوبلازم من حيث تركيبه و خواصه الكيميائية و البيولوجية من كائن إلى آخر ، كما تختلف هذه الخصائص في الأجزاء المختلفة في الكائن الحي الواحد ، و مع ذلك فإن للبروتوبلازم

خواص عامة مميزة ، فهو يوجد على هيئة مادة رمادية هلامية نصف شفافة قريبة الشبه من الجلاتين السائل

## ● التركيب الكيميائي للبروتوبلازم\*

البروتوبلازم مادة بالغة التعقيد لا يعرف تركيبها الكيميائي على وجه الدقة ، لأنه لكي يتم تحليل هذه المادة الحية لابد من قتلها أولاً ، مما يتسبب في حدوث بعض التغيرات في ذلك التركيب . إلا أنه يمكن القول بصورة عامة أن البروتوبلازم يتركب من مواد كيميائية عديدة يمكن تصنيفها إلى ثلاثة أنواع رئيسية :

1. مواد عضوية.
2. مواد غير عضوية.
3. الماء.

## أولاً – المواد العضوية:- Organic Substances

المواد العضوية هي تلك التي تحتوي على عنصر الكربون بصورة أساسية إلى جانب عنصر أو أكثر من العناصر الأخرى ، وتشكل هذه المواد 9-10 ٪ من بروتوبلازم الخلية ، وأهم المواد العضوية المكونة للبروتوبلازم:-

## أ. المواد الكربوهيدراتية:- Carbohydrates

1. تتكون هذه المواد أساساً من الكربون والهيدروجين والأوكسجين.
2. ويتواجد الهيدروجين والأوكسجين فيها بنسبة 2:1 .
3. تشمل هذه المواد على مجموعة كبيرة من السكريات والنشويات والسليلوز ، وغيرها.

4. أبسط المواد الكربوهيدراتية هي السكريات الأحادية Mono Saccharides مثل الجلوكوز.
5. و من اتحاد جزيئان من السكريات الأحادية تتكون السكريات الثنائية Disaccharides مثل سكر القصب.
6. أما اتحاد عدد أكبر من السكريات الأحادية فيكون عديدة التسكر Polysacchrides مثل الجلايوجين و النشا و السليلوز.
7. أهم وظيفة للمواد الكربوهيدراتية هي إمداد الجسم بالطاقة الحرارية اللازمة له.

## ب. الليبيدات أو الدهون:- Lipids or Fats

1. تحتوي هذه المواد أيضا على الكربون و الهيدروجين و الأ\*\*جين.
2. تختلف نسبة الهيدروجين و الأ\*\*جين فيها عن الكربوهيدرات.
3. من أمثلة الليبيدات زيت الزيتون ، الشمع ، و زيت كبد الحوت.
4. تتكون الليبيدات من مواد أبسط تركيبا هي الأحماض الدهنية Fatty Acids و الجلسرين Glycerine .
5. تستخدم الليبيدات أيضا كمصدر للطاقة.

## ج. البروتينات:- Ptoteins

1. مواد عضوية تتكون من الكربون و الهيدروجين و الأ\*\*جين و النيتروجين.
2. كما يوجد بعض العناصر الأخرى مثل : الكبريت و الفسفور و اليود و المغنيسيوم و المنجنيز و الحديد و غيرها.
3. تتتركب البروتينات من مواد أبسط تعرف بالأحماض الأمينية. Amino Acids

4.تعرف البروتينات بصفة عامة على أنها بانية أو بنانة للأنسجة .و ذلك لأنها تستخدم أساسا في بناء أنسجة جديدة في الجسم أو في تجديد و تعويض ما يتلف من أنسجته.

5.كما أنها تدخل في بنيان تراكيب جسمية هائلة مثل : العضلات و الشعر و العظم و الدم الخ.

## د. الأحماض النووية:- Nucleic Acids

1.و هي مواد عضوية معقدة التركيب.

2.تتركب من وحدات أبسط تسمى النيوكليوتيدات. Nucleotides

3.يتكون كل منها من جزئ من سكر خماسي يرتبط به جزء من حامض الفوسفوريك من جهة ، و جزئي ء من مادة نيتروجينية قاعدية من جانب آخر.

4.تشتمل الأحماض النووية على نوعين رئيسيين هما:-

+حامض دي أ\*\*ي ريبونيوكلريك. ( D.N.A ) Deoxyribonucleic Acids

+حامض ريبونيوكلريك. ( R.N.A ) Ribonucleic Acids

5.يحتوي ( D.N.A ) على سكر يعرف باسم دي أ\*\*ي ريبوز ، بينما يشمل ( R.N.A ) على سكر الريبوز.

6.تلعب الأحماض النووية دورا رئيسيا في تخليق البروتينات و الخلايا ، و كذلك في تحديد و انتقال الصفات الوراثية .

## ثانيا – المواد غير العضوية:- Inorganic Substances

1.توجد هذه المواد على هيئة أيونات حرة لأملح مذابة.

2.توجد أيضا متحدة بالمواد العضوية.

3.توجد هذه المواد بوفرة في أجزاء خاصة من الجسم مثل : الهيكل العظمي ، حيث توجد على هيئة كربونات الكالسيوم أو فوسفات الكالسيوم.

4.كما توجد أملاح أخرى مثل : كلوريد الصوديوم ، و كلوريد البوتاسيوم.

5.و هذه لها أهمية قصوى بالنسبة لانتظام الخلايا في أداء وظائفها ، و خاصة فيما يتعلق ببنفاذية الأغشية الخلوية ، و الانقباضات العضلية ، و نباضات القلب.

## ثالثا – الماء :- Water

١. يكون الماء الجزء الأكبر من البروتوبلازم ، إذ تتراوح نسبته ما بين ١٠ – ٩٠ % من وزن الجسم.

2.يشكل الماء جزءا أساسيا من سوائل الجسم كالدّم و اللمف.

3.يعمل كمذيب للكثير من المواد غير العضوية ، و ابعض المواد العضوية.

4.و يمكن القول بصورة عامة أن الماء يلعب دورا هاما في الكثير من المناشط الجسمية المختلفة ، مثل عمليات الهضم و الإفراز و الإخراج.

5.تختلف كمية الماء في الأنسجة الجسمية المختلفة .

6.كما أنها تختلف في نفس النسيج الواحد في الأعمار المختلفة ، فمثلا ترتفع نسبته في الأنسجة الجنينية ، و تقل تدرجا مع تقدم العمر.

## الخواص الطبيعية للبروتوبلازم\*

تقسم المواد الكيميائية عادة إلى نوعين:-  
الأول:-

و هو يضم المواد التي تذوب في الماء و تمر من خلال الأغشية شبه المنفذة ، و عند تبخير محاليلها تتخلف عنها بلورات ذات أشكال محددة ، مثل السكر ، و كلوريد الصوديوم ، و هذه يطلق عليها اسم المواد البلورية. Crystalloids

الثاني:-

في هذا النوع يضم المواد التي ليس لها القدرة على النفاذ خلال الأغشية شبه المنفذة ، و عند تبخيرها لا يبقى منا إلا كتل غير محدودة الشكل ، مثل النشا و الجيلاتين و زلال البيض ، و هذه يطلق عليها اسم المواد الغروية. Colloids

++البروتوبلازم مادة غروية مثالية من النوع المعروف باسم المستحلب . Emulsoid

و المستحلبات محاليل غروية يكون فيها كل من المادة المذابة و المادة المذيبة في صورة سائلة ، كما هي الحال في اللبن الذي تكون فيه قطرات المادة الدهنية معلقة في الماء.

###و هناك نوع آخر من المواد الغروية يعرف باسم المعلقات Suspensoids ، تكون فيها المادة المذابة صلبة و المادة المذيبة سائلة ، و ذلك مثل معلق ذرات الحبر الصيني في الماء.

و البروتوبلازم كمستحلب يتكون من جزيئات بروتينية دقيقة معلقة في الماء الذي يحتوي على مواد أخرى عديدة ذائبة فيه ، من بينها بعض المواد العضوية.

++و تظهر في البروتوبلازم في الحالة الحية أحيانا حركة معينة داخل الخلية تحدث في كثير من الأحيان بصورة اهتزازية و يطلق عليها الحركة البراونية. Brownian Movement

و للمستحلبات عامة خاصية معينة هي القدرة على السيولة و الصلابة و الانعكاسية Reversible Solation and Gelation التي يمكن توضيحها بالمثال التالي:-

1. عند إذابة الجيلاتين في الماء يتكون محلول غروي.

2. يكون هذا المحلول في حالة شبه صلبة في درجة حرارة معينة حيث يمثل الجيلاتين فيه المادة المذابة و يمثل الماء الوسط المذيب.

3. عند رفع درجة الحرارة يتحول هذا المخلوط إلى الحالة السائلة.

4. تعرف الحالة الأولى شبه الصلبة باسم الحالة الهلامية أو شبه الصلبة Gel Phase ، بينما تعرف الحالة الثانية بحالة السيولة. Sol Phase

5. عند تبريد المخلوط يعود إلى الحالة شبه الصلبة مرة ثانية.

6. يتم هذا التحول الانعكاسي ( سائل الهلامية ) تحت تأثير عدة عوامل منها الحرارة ، و الضغط و غيرها.

7. لعملية التحول الانعكاسي هذه أهمية بالغة في قيام الخلايا بنشاطها الحيوي المختلف.

8. و يتضح ذلك بجلاء أثناء عملية انقسام الخلية ، حيث يحدث الكثير من التغيرات المستمرة في

كثافة البروتوبلازم.

9. أيضا هذا التغير يساعد على الحركة في بعض الأوليات الحيوانية كما في حالة الأميبا.

## **\*\*محتويات الخلية\*\***

1. تتميز الكتلة البروتوبلازمية للخلية إلى جزئين رئيسين:-

++جزء في النواة يسمى النيوكلوبلازم. Nucleoplasm

++و الآخر يحيط بالنواة و يسمى السيتوبلازم . Cytoplasm

2. تحاط النواة بغشاء رقيق ، هو الغشاء النووي. Nuclear Membrane

3. كما تحاط الخلية بأكملها بغشاء آخر هو غشاء الخلية Plasmalemma or Cell Membrane، و مثل هذه الأغشية لا تعمل فقط على الحماية ، و لكنها تعمل أيضا على تنظيم تبادل المواد بين الخلية و النواة من جهة ، و بين الخلية و الوسط المحيط بها من جهة أخرى.

4. يحتوي السيتوبلازم على عدة تراكيب حية تسمى العضيات السيتوبلازمية Cytoplasmic Organelles .

5. كما تحتوي أيضا على مواد غير حية تسمى الميتابلازما أو الديوتوبلازما \*\*\*\*plasm or Deutoplasm .

6. من أمثلة العضيات الحية:-

+الميتوكوندريا.

+جهاز جولجي.

7. أما عن الميتابلازما فمن أمثلتها:-

+الجليكوجين.

+النشا

+الحبيبات الدهنية.

+القطرات الزيتية.

+بعض المواد الأخرى مثل : الصبغيات ، و المواد الإفرازية ، و النواتج الإخراجية ، و غيرها

## أولا – غشاء الخلية:- The Cell Membrane

أ. البنيان:- Structure

أوضحت الدراسات التجريبية التي أجريت على أنواع مختلفة من الخلايا أن كل خلية محاطة بغشاء رقيق جدا يتركب من بعض الدهون و البروتينات ، و قد أمكن استنتاج ذلك عندما لوحظ أن المواد الدهنية و كذلك المواد التي تذوب في الدهون تنتشر بسهولة إلى داخل و خارج الخلايا مما يدل على وجود طبقة من مادة دهنية في الغشاء الخلوي ، و تبعا لذلك فإنه كلما كانت المواد أكثر قابلية للذوبان في الدهون كلما كان معدل انتشارها أسرع خلال الأغشية الخلوية.

مثال ذلك مادتي البولينا و الإيثير ، و هما من المواد سريعة الذوبان في الدهون ، و هاتان المادتان تنتشران خلال أغشية الخلايا أسرع من انتشار الجلسرين الذي هو أقل منها قابلية للذوبان في الدهون.

كذلك أظهرت بعض المشاهدات و التجارب الأخرى و جود طبقة بروتينية في غشاء الخلية.

ب. التركيب الجزيئي:- Molecular Organization

1. تنتظم طبقات البروتين و الدهون بطريقة معينة في غشاء الخلية.

2. توجد الدهون على هيئة صف مزدوج من الجزيئات محصورة بين طبقتين من جزيئات البروتين إحداها للخارج و الأخرى للداخل منها.

3. وقد لاحظ العالم دانيللي في عام ١٩٥٤ م وجود ثقوب دقيقة في غشاء الخلية ، و تأكد وجودها بعد اكتشاف الميكروسكوب الإلكتروني.

4. كما ثبت مؤخرا أن بعض هذه الثقوب يحمل شحنات كهربائية موجبة و البعض الآخر يحمل

شحنة سالبة ، مما يجعلها تلعب دورا هاما في ضبط و تنظيم مرور أيونات المواد الذائبة المختلفة إلى الداخل و إلى الخارج من الخلايا.

### ج. الوظائف :- Functions

---

1. يقوم غشاء الخلية بدور أساسي و مهم في عملية تنظيم مرور المواد الذائبة بين الخلايا و الوسط المحيط بها ، و يطلق على هذه الخاصية اسم النفاذية. **Permeability**

2. تعرف هذه الخاصية على أنها معدل حركة مادة ما خلال غشاء منفذ تحت تأثير قوى دافعة معينة.

3. و لنفاذية الخلايا أهمية خاصة ، فهي الوسيلة التي تعمل على تنظيم د\*\*\* مواد معينة للخلية تعمل على بناء المادة الحية للخلية.

4. كما يقوم الغشاء بتنظيم خروج النواتج التالفة و المواد الإفرازية ، بالإضافة إلى الماء الزائد عن حاجة الخلية.

# هناك عوامل تعتمد عليها نفاذية الخلية مثل:-

+ الحالة الفسيولوجية للخلية.

+ درجة تركيز الأملاح في الوسط المحيط بالخلية.

+ درجة الحرارة

### د. نفاذية الخلية و علاقتها بأبض الخلية Cellular Permeability and Cellular

bolism :- \*\*\*

---

هناك علاقة وثيقة بين نفاذية الخلية و عمليات الأيض التي تتم في الخلية ، فمن الملاحظ:

1. أن المواد تحتاجها الخلية للقيام بأنشطتها الأيض المختلفة يكون معدل نفاذها أسرع إلى داخل الخلية.

# مثال ١ #

الأحماض الأمينية التي تحتاجها الخلية لبناء بروتيناتها تنتشر بسرعة و سهولة إلى داخل الخلية ، و يقل معدل هذا الانتشار في الخلايا التي تقل حاجتها لمثل هذه الأحماض.

# مثال ٢ #

في حالة السكريات تنتشر جزيئات الجلوكوز إلى داخل الخلية بمعدل أسرع من بقية السكريات ، و

ذلك لأن الخلية تحتاج إلى الجلوكوز بصورة مستمرة ، و يتم استهلاكه بمجرد الوصول إليها.

#مثال ٣ #

الأ\*\*جين تحتاجه الخلايا بكميات كبيرة دائما ، فعليه ينتشر إلى داخل الخلايا بمعدل مرتفع.

2.و تلعب نفاذية غشاء الخلية من ناحية أخرى دورا هاما في التحكم في خروج نواتج أنشطة الأيض المختلفة من الخلية.

#مثال ١ #

أثناء انقباض الخلايا العضلية ينتج عن هدم الجلوكوز في أول الأمر بعض مشتقات الجلوسرين ذات القيمة بالنسبة للخلية ، و مثل هذه المواد لا تتركها الخلايا لتتسرب إلى الخارج ، و إنما تحتفظ بها و لا تتركها تنفذ بسهولة.

#مثال ٢ #

و في مرحلة متقدمة من انقباض الخلايا العضلية يتكون حامض اللب\*\*\* الذي تنجم عن تراكمه في الخلايا آثار ضارة ، و هنا تتركه الخلية لينفذ بسرعة و سهولة إلى الأوعية الدموية المحيطة.

هـ . تحلل غشاء الخلية:- Lysis of Cell Membrane

يتأثر غشاء الخلية بعوامل معينة تعمل على تحلله و تفككه ، مثل:-

+الأجسام المضادة.

+المعادن الثقيلة.

+الأشعة السينية.

+مذيبات الدهون .

**ثانيا – الشبكة الإندوبلازمية و الريبوسومات The**

**Endoplasmic Reticulum and The Ribosomes :-**

أ. كيفية اكتشافها:-

أثناء قيام العالم بورتر عام ١٩٤٥ م بفحص بعض الخلايا بواسطة ميكروسكوب التباين ، و جد أن أرضية الخلية أو ما يسمى بالهيالوبلازما Hyaloplasm أنها تحتوي على جهاز من التجاويف المتفرعة الدقيقة المحاطة بأغشیر رقيقة أطلق عليها اسم الشبكة الإندوبلازمية Endoplasmic

## Reticulum .

و قد تأكد من وجود هذه الشبكة فيما بعد بواسطة الميكروسكوب الإلكتروني ، كما تأكد أنها موجودة في جميع أنواع الخلايا ذات الأنوية تقريبا.

ب. تركيب الشبكة الإندوبلازمية و مظهرها:-

1. على الرغم من أن الشبكة الإندوبلازمية تختلف بعض الشيء من خلية إلى أخرى في مظهرها و تركيبها ، إلا أنها تتكون دائما من مجموعة من التجاويف المحاطة بأغشية رقيقة و التي يتصل بعضها ببعض لتكون شبكة متصلة داخل الخلية.

2. تسمى هذه التجاويف بالصهاريج Cisternae ، و هي أنبوبية الشكل أو غير منتظمة ، إلا أنها عادة ما تظهر كمجموعة تجاويف منفصلة مستديرة الشكل أو بيضاوية أو ممدودة في تحضير المجهر الإلكتروني.

3. و يفترض أن أغشية هذه الشبكة الإندوبلازمية تقسم سيتوبلازم الخلية إلى قسمين ، أحدهما هو الجزء الذي تحيط به هذه الأغشية . و الآخر هو الموجود خارج هذه الأغشية و الذي يطلق عليه اسم السيتوبلازما الخالية Cytoplasmic Matrix

4. هناك نوعان من الشبكة الإندوبلازمية:-

أ. الشبكة الإندوبلازمية الخشنة أو المحببة.

ب. الشبكة الإندوبلازمية الملساء أو غير المحببة.

## ++ الشبكة الإندوبلازمية الخشنة أو المحببة Granular or Rough Endoplasmic Reticulum ++

1. يتميز هذا النوع بوجود عدد كبير من الحبيبات الدقيقة على السطح الخارجي للشبكة.

2. هذه الحبيبات تكون غنية بحامض الريبونيوكلريك و البروتينات ، لذا تسمى الريبونيوكليوبروتين ( ح ر ب Ribonucleoprotein Particles ( R N P ) ( أو الرايبوسومات Ribosomes

3. لا يقتصر وجود هذه الحبيبات على أسطح الأغشية الإندوبلازمية فقط ، و إنما توجد أيضا على شكل تجمعات أو كتل موزعة بين أجزاء الشبكة الإندوبلازمية.

4. تتمثل الرايبوسومات مواقع تصنيع البروتين في الخلية. لذا فهي تتوافر بكثرة في الخلايا ذات الأنشطة مثل الكبد و البنكرياس.

5. في الخلايا الإفرازية يلاحظ الشبكة الإندوبلازمية تتركز في قواعد هذه الخلايا ، و تتجمع داخل تجاويفها مواد خاصة تعرف بالمحتويات داخل الصهاريج Intracisternal Inclusions

++الشبكة الإندوبلازمية الملساء أو غير المحببة Agranular or Smooth  
Endoplasmic Reticulum ++

---

---

1. يتميز هذا النوع بخلوه من الرايبو سومات.

2. يقتصر وجوده على أنواع قليلة من الخلايا ، مثل الخلايا الصبغية الطلانية لشبكة العين ، و الخلايا العضلية الإرادية. و يبدو أن الشبكة هنا تقوم بدور حسي في مثل هذه الخلايا

